

(11)特許出願公開番号

特開平11-38240

(43)公開日 平成11年(1999)2月12日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

FI

G 0 2 B 6/12  
6/13

G 0 2 B 6/12

F  
M

審査請求 未請求 請求項の数8 O.L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平9-195885

(22)出題日 平成9年(1997)7月22日

(71)出題人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 伊東 眞一

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

(72) 発明者 斎藤 稔

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

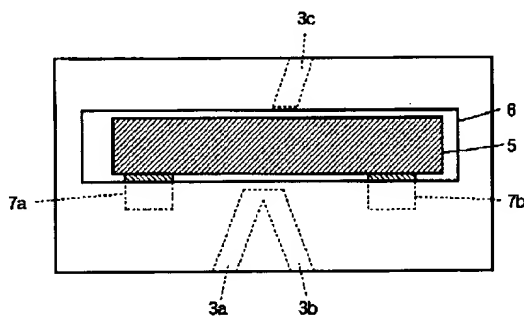
(74)代理人 弁理士 前田 実

(54) 【発明の名称】 光導波路及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 平面導波路内にフィルタを位置精度良く挿入することができる光導波路及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 フィルタガイド溝付き光導波路は、一枚のフォトマスクパターンによりコア層３に形成された導波路コアパターン３a、３b、３cと、光導波路の表面クラッド層４からバッファ層２にかけて形成され、誘電体多層膜フィルタ５を挿入可能なフィルタ用の溝６と、導波路用コアパターン３a、３b、３cと同時に作製されたフィルタ位置決めガイド７a、７bと、フィルタ位置決めガイド７a、７bは、フィルタ用の溝６上に一部突出するとともに、フィルタ位置決めガイド７a、７bのフィルタ付き当て面は同一面上に形成されており、フィルタ付き当て面に押し当てるように挿入して固定した誘電体多層膜フィルタ５とを備える。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 平面光導波路と交差してフィルタを挿入した光導波路において、

導波路用マスクパターンによりコア層に形成された導波路コアパターンと、

光導波路の表面クラッド層からバッファ層にかけて形成され、フィルタを挿入可能なフィルタ用の溝と、

前記導波路用コアパターンと同時に作製されたフィルタ位置決めガイドと、

前記フィルタ位置決めガイドは、前記フィルタ用の溝上に一部突出し、

さらに、前記フィルタ位置決めガイドのフィルタ付き当て面に押し当てるように挿入して固定したフィルタとを備えたことを特徴とする光導波路。

【請求項2】 平面光導波路と交差してフィルタを挿入した光導波路において、

導波路用マスクパターンによりコア層に形成された導波路コアパターンと、

光導波路の表面クラッド層からバッファ層にかけて形成され、フィルタを挿入可能なフィルタ用の溝と、

前記導波路用コアパターンと同時に作製されたフィルタ位置決めガイドと、

前記フィルタ位置決めガイドは、前記フィルタ用の溝上に一部突出するとともに、

前記フィルタ位置決めガイドのフィルタ付き当て面は同一面上に形成されており、

さらに、前記フィルタ付き当て面に押し当てるように挿入して固定したフィルタとを備えたことを特徴とする光導波路。

【請求項3】 前記フィルタは、誘電体多層膜フィルタであることを特徴とする請求項1又は2の何れかに記載の光導波路。

【請求項4】 平面光導波路と交差してフィルタを挿入した光導波路の製造方法において、

光導波路コアパターンのフィルタ挿入に必要な切断部分の近傍に、クラッド層からバッファ層にかけて前記フィルタが挿入可能な溝を設けるとともに、フィルタ位置合わせ用ガイドをコア層に設け、

前記フィルタの厚さ方向の一方の面を、前記フィルタ位置合わせガイド面の断面に押しつけて、光導波路の所定位置にフィルタを位置決め固定することを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項5】 平面光導波路と交差してフィルタを挿入した光導波路の製造方法において、

基板上にバッファ層とコア層が形成された表面上に、光導波路コアパターンとフィルタ位置決めガイドのための光導波路マスクパターンを形成する工程と、

前記コア層に光導波路とフィルタ位置決めガイドを形成する工程と、

前記光導波路上のマスク材を除去し、前記フィルタ位置

2

決めガイド上のマスク材を残す工程と、

前記光導波路とフィルタ位置決めガイドのための光導波路マスクパターンを残したまま前記光導波路と前記フィルタ位置決めガイドが形成されたコア層を埋め込むクラッド層を形成する工程と、

前記フィルタを挿入するためのフィルタ溝用マスクパターンを前記クラッド層に形成する工程と、

前記フィルタ用の溝をエッチングする工程とを有することを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項6】 前記光導波路マスクパターンを形成する工程は、

前記光導波路コアパターンとフィルタのガイドパターンが描かれたフォトマスクパターンを用いてフォトリソグラフィにより行うことを特徴とする請求項5記載の光導波路の製造方法。

【請求項7】 前記フィルタ用の溝の開口部には、フィルタ位置決めガイドが突出して形成されたことを特徴とする請求項4又は5の何れかに記載の光導波路の製造方法。

【請求項8】 前記フィルタは、誘電体多層膜フィルタであることを特徴とする請求項4、5又は7の何れかに記載の光導波路の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光集積回路における光導波路及びその製造方法に関し、詳細には、光波送受信モジュール等光導波路回路実現のため平面導波路内にフィルタを挿入した光導波路及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】広帯域・低損失・無誘導という優れた特徴を持つ光ファイバに、波長の異なる複数の光を伝搬して同一方向又は双方向の伝送容量を拡大する波長多重通信を行う際に、波長の合成並びに分波を司る光合成成分波器が必要となる。

【0003】光導波路(optical waveguide)は、光デバイスの小型化、高集積化、低コスト化に必要なものであり、カップラー、スイッチ、フィルタ、変調器などの光導波路のみで構成されるデバイスに加えて、光導波路が形成された基板の上に半導体レーザ、半導体光検出器などのデバイスをハイブリッドに実装して構成される機能デバイスなど、さまざまな検討がなされている。

【0004】WDM(波長合成分波回路)機能を有する光波送受信モジュールとして、例えば特開平8-190026号公報に開示されたものがある。この公報記載の装置は、平面導波路内に誘電体多層膜フィルタを挿入した反射型WDMを提案している。

【0005】この方式は従来広く提案されているMZ(マッハツェンダ)干渉型WDMに比較して、より小型

化が実現できる特徴がある。

【0006】図15は従来のこの種のモジュールの概略構成を示す図である。

【0007】図15において、シリコン基板100上に光導波路101、102、103が形成され、光導波路101、102の交差する位置の近傍に溝104が設けられ、その溝の中に誘電体多層膜フィルタ105が挿入され固定されている。

【0008】上記誘電体多層膜フィルタ105の光導波路101、102と反対側に形成されている光導波路103の光軸は、光導波路101の光軸と一致している。光導波路101と光導波路102はフィルタ105の法線を中心線としてある角度で分岐している。

【0009】誘電体多層膜フィルタ105は、 $1.3\mu$ の光は透過して、 $1.55\mu$ の光は反射する特性を持つ。波長多重化された $1.3$ と $1.55\mu$ の光が光導波路101に入射され、 $1.55\mu$ の光信号はフィルタ105で反射されて、光導波路102へ導かれる。 $1.3\mu$ の光はフィルタ105を透過し、Y分岐部で分かれて、それぞれの導波路はレーザダイオード(LD)、フォトダイオード(PD)に接続されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記光導波路101コモンポートから光導波路102への挿入損失を低くするためには、フィルタを導波路の所望の位置に極めて精度良く挿入する必要がある。

【0011】しかしながら、このような従来の光導波路にあっては、以下のような理由により実現は困難であった。

【0012】フィルタ溝の形成は光導波路が形成された後、導波路が透明なのでそのパターンが見えない状態で導波路に対するフィルタ挿入位置に溝が形成されることになる。そのため、導波路に対する所望のフィルタ挿入位置と、加工された溝の位置がずれる。通常この加工はダイシングソーなどによって行われ、このズレ量は $1\mu$ から数 $\mu$ になる。あるいは、導波路の表面クラッド上にマーカを形成して、導波路との相対位置を見やすい状態にして溝加工を行うこともできる。しかし、この場合でも導波路形成のマスクパターンと、溝加工のマーカのマスクパターンは異なるため、必然的に位置の誤差は免れない。

【0013】また、フィルタの厚さ精度が $1\mu$ から数 $\mu$ あるため、溝幅はこのフィルタの厚さ誤差を考慮して幅を広くする。そのため、プラス側の厚さ公差を持ったフィルタは溝に合うがマイナス側の厚さ公差を持ったフィルタは溝幅に対し、隙間が発生する。そのため、挿入損失を小さくするためには、フィルタの位置を調整する必要がある、極めて工数が掛かるという問題があった。

【0014】本発明は、平面導波路内にフィルタを位置精度良く挿入することができる光導波路及びその製造方

法を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明に係る光導波路は、平面光導波路と交差してフィルタを挿入した光導波路において、導波路用マスクパターンによりコア層に形成された導波路コアパターンと、光導波路の表面クラッド層からバッファ層にかけて形成され、フィルタを挿入可能なフィルタ用の溝と、導波路用コアパターンと同時に作製されたフィルタ位置決めガイドと、フィルタ位置決めガイドは、フィルタ用の溝上に一部突出し、さらに、フィルタ位置決めガイドのフィルタ付き当て面に押し当てるように挿入して固定したフィルタとを備えて構成する。

【0016】本発明に係る光導波路は、平面光導波路と交差してフィルタを挿入した光導波路において、導波路用マスクパターンによりコア層に形成された導波路コアパターンと、光導波路の表面クラッド層からバッファ層にかけて形成され、フィルタを挿入可能なフィルタ用の溝と、導波路用コアパターンと同時に作製されたフィルタ位置決めガイドと、フィルタ位置決めガイドは、フィルタ用の溝上に一部突出するとともに、フィルタ位置決めガイドのフィルタ付き当て面は同一面上に形成されており、さらに、フィルタ付き当て面に押し当てるように挿入して固定したフィルタとを備えて構成する。

【0017】上記フィルタは、誘電体多層膜フィルタであってよい。

【0018】また、本発明に係る光導波路の製造方法は、平面光導波路と交差してフィルタを挿入した光導波路の製造方法において、光導波路コアパターンのフィルタ挿入に必要な切断部分の近傍に、クラッド層からバッファ層にかけてフィルタが挿入可能な溝を設けるとともに、フィルタ位置合わせ用ガイドをコア層に設け、フィルタの厚さ方向の一方の面を、フィルタ位置合わせガイド面の断面に押しつけて、光導波路の所定位置にフィルタを位置決め固定することを特徴とする。

【0019】本発明に係る光導波路の製造方法は、平面光導波路と交差してフィルタを挿入した光導波路の製造方法において、基板上にバッファ層とコア層が形成された表面上に、光導波路コアパターンとフィルタ位置決めガイドのための光導波路マスクパターンを形成する工程と、コア層に光導波路とフィルタ位置決めガイドを形成する工程と、光導波路上のマスク材を除去し、フィルタ位置決めガイド上のマスク材を残す工程と、光導波路とフィルタ位置決めガイドのための光導波路マスクパターンを残したまま光導波路とフィルタ位置決めガイドが形成されたコア層を埋め込むクラッド層を形成する工程と、フィルタを挿入するためのフィルタ溝用マスクパターンをクラッド層に形成する工程と、フィルタ用の溝をエッチングする工程とを有することを特徴とする。

【0020】本発明に係る光導波路の製造方法は、光導

波路マスクパターンを形成する工程が、光導波路コアパターンとフィルタのガイドパターンが描かれたフォトマスクパターンを用いてフォトリソグラフィにより行うようにしてもよい。

【0021】上記フィルタ用の溝の開口部には、フィルタ位置決めガイドが突出して形成されていてもよく、また、上記フィルタは、誘電体多層膜フィルタであってもよい。

【0022】

【発明の実施の形態】本発明に係る光導波路及びその製造方法は、光合分波器等に用いられる反射型WDM光導波路に適用することができる。

【0023】図1は本発明の実施形態に係るフィルタガイド溝付き光導波路の構造を示す平面図、図2はその断面図である。

【0024】図1及び図2において、フィルタガイド溝付き光導波路は、シリコンの基板1の上に石英系のガラスを堆積して形成されており、この光導波路はバッファ層2、コア層3、クラッド層4の順に積層されて構成されている。

【0025】上記コア層3には所望の光導波路コアパターン3a、3b、3cが形成されている。導波路パターンが分岐する箇所には、誘電体多層膜フィルタ5がフィルタ用の溝6に挿入され、接着剤で固定されている。導波路3aには図示しない光ファイバから波長多重化された1.3 $\mu$ mと1.55 $\mu$ mの光が入射され、そのうち1.55 $\mu$ mの光信号はフィルタで反射されて、光導波路3bへ導かれる。1.3 $\mu$ mの光はフィルタを透過し、導波路3cへ出力される。

【0026】上記フィルタ用の溝6は、石英導波路の表面クラッド層4からバッファ層2に至り形成されている。図1に示すように、この溝6を平面上から覗くと、コア層3に形成された導波路コアパターン3a、3b、3cとフィルタ位置決めガイド7a、7bが一部突き出して現れている。

【0027】このフィルタ位置決めガイド7a、7bのフィルタ付き当て面は同じ面上に形成されている。このフィルタ位置決めガイド7a、7bは、導波路用マスクパターンと同時にフォトリソ、エッチング工程で製作されたもので、互いの位置精度は非常に高い。このフィルタ位置決めガイド7a、7bのフィルタ付き当て面は、光導波路パターン3a、3bに対する誘電体多層膜フィルタ5の反射面の基準面に設定してある。

【0028】これらの付き当て面にフィルタを押し当て、接着剤で固定することにより、光導波路回路に対する基準位置に精度良く誘電体多層膜フィルタ5を挿入することができる。

【0029】光導波路コアパターン3a、3b、3cと誘電体多層膜フィルタ5との間にはわずかな隙間が形成されており、ここには接着剤あるいはマッシングオイル

など埋めてコア材との屈折率の整合を図ることができる。

【0030】以下、上述のように構成されたフィルタガイド溝付き光導波路の製造方法を説明する。

【0031】図3～図14はフィルタガイド溝とその光導波路の製造方法を示す図であり、図3は誘電体多層膜フィルタ挿入部を拡大した平面図、図4は図3のA-A矢視断面図である。同様に、図6は図5の、図8は図7の、図10は図9の、図12は図11の、図14は図13のA-A矢視断面図である。

【0032】図3及び図4に示すように、まず、シリコン基板1上にバッファ層2とコア層3を形成する。

【0033】バッファ層2とコア層3が形成された後、光導波路コアパターンと誘電体多層膜フィルタの位置合わせガイドパターンが同時に描かれた一枚のフォトマスクパターンを用いてマスク材をパターン化するフォトリソグラフィ工程によりマスク材8を作製する。

【0034】図3の破線部に示すように、導波路コアパターン3a、3bの交差した部分の導波路パターン切断断面とフィルタ位置決めガイド7a、7bのフィルタ付き当て面は、光回路設計上の所望の位置に設定されている。フィルタ位置決めガイド7a、7bは同一面9上に形成されている。ここではマスク材8としてアモルファスシリコンを用いた。

【0035】次に、図5及び図6に示すように、マスク材8を用いて反応性イオンエッチング(RIE)により石英系コア層の不要部分を除去し、光導波路コアパターン3a、3b、3cとフィルタガイド7a、7bを形成する。

【0036】次に、図7及び図8に示すように、有機レジストを全面に塗布した後、ホトリソプロセスによりフィルタガイド上のマスク材の上のみ選択的に有機レジストを残した。その後、マスク材除去工程を行い、コア層に設けられた光導波路コアパターンの上のマスク材は除去し、フィルタガイドの上のマスク材8はそのまま残した。

【0037】次に、コア層3に設けられた光導波路コアパターン3a、3b、3cとフィルタガイド7a、7bの上のマスク材8を残して、その上からクラッド層4を形成し、光導波路コア部とフィルタガイド7a、7bを埋め込む。上記工程を経た後の状態は図9及び図10で示される。

【0038】次に、図11及び図12に示すように、形成されたクラッド層4の上からフィルタ溝パターンが描かれたフォトマスクパターンを用いてフォトリソグラフィ工程によりマスク材パターン10を形成する。

【0039】次に、このフィルタ溝用マスク材パターン10を用いて反応性イオンエッチングによりクラッド層4面からバッファ層2内への不要部分を除去してフィルタ用の溝6を形成する。

【0040】上記工程により図13及び図14に示すように、このフィルタ用の溝6の開口部には平面から見てフィルタガイド70が突き出て現れている。これはコア層に設けられたフィルタガイド7a、7bの上のマスク材8が残されており、この部分はエッチングされなかったからである。

【0041】したがって、この製造方法によると、一枚のフォトリソグラフィパターンを用いて導波路コアパターン3a、3b、3cの切断面とフィルタ位置決めガイド7a、7bが形成されているため、その相対位置精度は非常に高い。そのため、導波路コアパターン3a、3b、3cの切断面とフィルタ位置決めガイド7a、7bを所望の位置に正確に製作することができる。

【0042】また、光導波路コアパターン3a、3b、3cの上にはアモルファスシリコン材のようなマスク材料が載っていない。そのため、石英材から構成されるコアよりも屈折率の大きいアモルファスシリコン材側へ、コア内に閉じ込められ、伝送されていた光がアモルファスシリコン側へ漏れていく問題も発生しない。

【0043】以上説明したように、本実施形態に係るフィルタガイド溝付き光導波路は、一枚のフォトリソグラフィパターンによりコア層3に形成された導波路コアパターン3a、3b、3cと、光導波路の表面クラッド層4からバッファ層2にかけて形成され、誘電体多層膜フィルタ5を挿入可能なフィルタ用の溝6と、導波路用コアパターン3a、3b、3cと同時に作製されたフィルタ位置決めガイド7a、7bと、フィルタ位置決めガイド7a、7bは、フィルタ用の溝6上に一部突出するとともに、フィルタ位置決めガイド7a、7bのフィルタ付き当て面は同一面上に形成されており、フィルタ付き当て面に押し当てるように挿入して固定した誘電体多層膜フィルタ5とを備えて構成したので、誘電体多層膜フィルタ5の厚さ方向の一方の面が、フィルタガイド70面の二つの面に押し当てられて、フィルタ5がフィルタ溝6に固定されることになり、極めて精度良く所望の位置に設定することができる。

【0044】また、光導波路とフィルタガイドを同じフォトリソグラフィパターンを用いてフォトリソグラフィ、エッチング技術によって製造したので、光導波路に対するフィルタ位置決めガイド7a、7bの位置精度が極めて高い。したがって、コモンポートから入力され、誘電体多層膜フィルタ5で反射され、出力ポートに反射される光信号の損失は極めて小さくすることができる。その結果、フィルタの位置調整を行う工数も不要となり、低コストなモジュールを製作できる。

【0045】実際に、上記フィルタガイド溝付き光導波路モジュールの光導波路3aに1.55 $\mu$ mの光を入射して、誘電体多層膜フィルタ5で反射させて、光導波路3bへ伝達される光の強度を測定して算出し、挿入損出を調べた結果は極めて小さく、しかもモジュール間のばら

つきを低減させることができた。

【0046】このような優れた特長を有する光導波路及びその製造方法を、反射型WDM光導波路及びその製造方法に適用すれば、平面導波路内にフィルタを位置精度良く挿入することができ、コモンポートから光導波路への挿入損失を低くすることができる。

【0047】なお、上記実施形態のフィルタガイド溝付き光導波路は、光波送受信モジュールの光導波路に誘電体多層膜フィルタを挿入する例を説明したが、これに限定されず、平面光導波路の中にフィルタ全般を挿入する光回路にはすべて適用可能である。

【0048】また、上記光導波路及びその製造方法を構成する基板、コア層、クラッド層等の種類、その製造方法、さらにはこの光導波路を用いた光集積回路（例えば、光合分波器）などは上述した実施形態に限られず適用できることは言うまでもない。

【0049】

【発明の効果】本発明に係る光導波路では、導波路用マスクパターンによりコア層に形成された導波路コアパターンと、光導波路の表面クラッド層からバッファ層にかけて形成され、フィルタを挿入可能なフィルタ用の溝と、導波路用コアパターンと同時に作製されたフィルタ位置決めガイドとを備え、フィルタ位置決めガイドは、フィルタ用の溝上に一部突出して構成したので、フィルタをフィルタガイドに押し当てながらフィルタ溝に固定することができ、極めて精度良く所望の位置に設定することができる。

【0050】本発明に係る光導波路の製造方法では、基板上にバッファ層とコア層が形成された表面上に、光導波路コアパターンとフィルタ位置決めガイドのための光導波路マスクパターンを形成する工程と、コア層に光導波路とフィルタ位置決めガイドを形成する工程と、光導波路上のマスク材を除去し、フィルタ位置決めガイド上のマスク材を残す工程と、光導波路とフィルタ位置決めガイドのための光導波路マスクパターンを残したまま光導波路とフィルタ位置決めガイドが形成されたコア層を埋め込むクラッド層を形成する工程と、フィルタを挿入するためのフィルタ溝用マスクパターンをクラッド層に形成する工程と、フィルタ用の溝をエッチングする工程とを有しているので、光導波路に対するフィルタ位置決めガイドの位置精度が極めて高く、光信号の損失を極めて小さくすることができ、フィルタの位置調整を行う工数も不要となり、低コストなモジュールを製作することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した実施形態に係る光導波路の構造を示す平面図である。

【図2】図1のA-A矢視断面図である。

【図3】本発明を適用した実施形態に係る光導波路の製造方法を示す平面図である。

【図4】図3のA-A矢視断面図である。

【図5】本発明を適用した実施形態に係る光導波路の製造方法を示す平面図である。

【図6】図5のA-A矢視断面図である。

【図7】本発明を適用した実施形態に係る光導波路の製造方法を示す平面図である。

【図8】図7のA-A矢視断面図である。

【図9】本発明を適用した実施形態に係る光導波路の製造方法を示す平面図である。

【図10】図9のA-A矢視断面図である。

【図11】本発明を適用した実施形態に係る光導波路の製造方法を示す平面図である。

【図12】図11の断面図である。

【図13】本発明を適用した実施形態に係る光導波路の製造方法を示す平面図である。

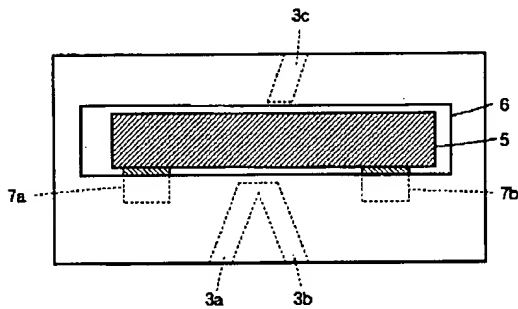
【図14】図13の断面図である。

【図15】従来の光送受信モジュールの構造を示す図である。

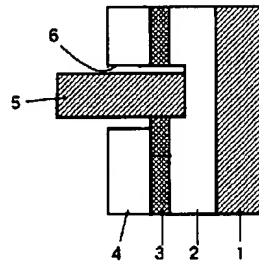
【符号の説明】

- 1 シリコンの基板、2 バッファ層、3 コア層、3 a, 3 b, 3 c 光導波路コアパターン、4 クラッド層、5 誘電体多層膜フィルタ、6 フィルタ用の溝、7 a, 7 b, 7 c, 7 d フィルタ位置決めガイド、8 マスク材、10 マスク材パターン、70 フィルタガイド

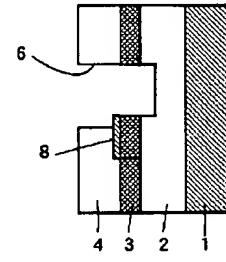
【図1】



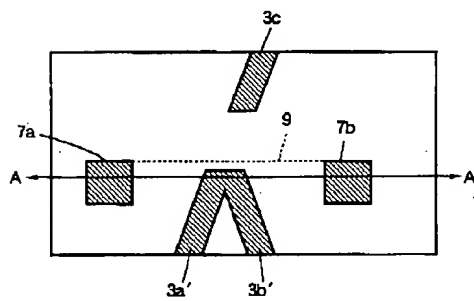
【図2】



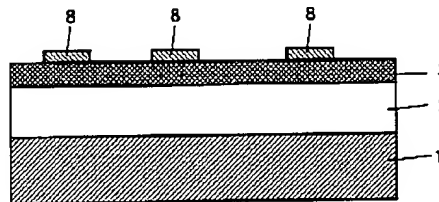
【図14】



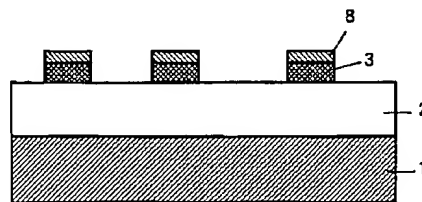
【図3】



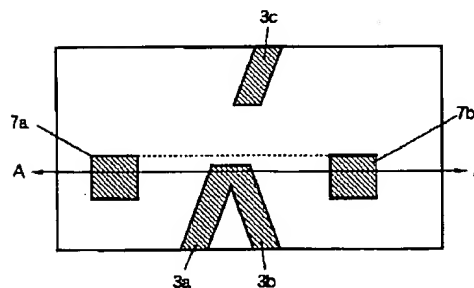
【図4】



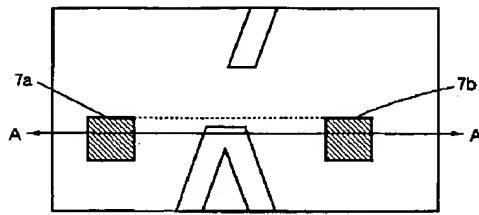
【図6】



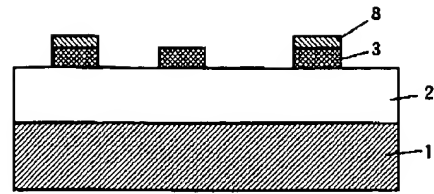
【図5】



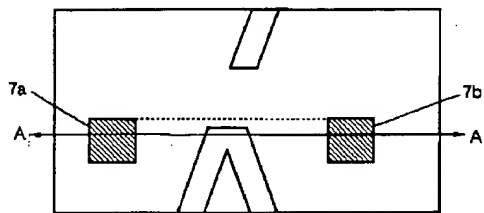
【図7】



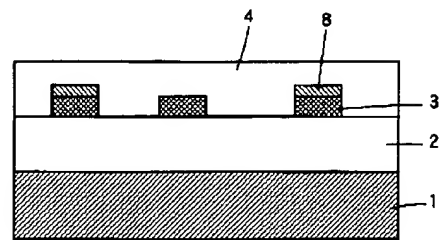
【図8】



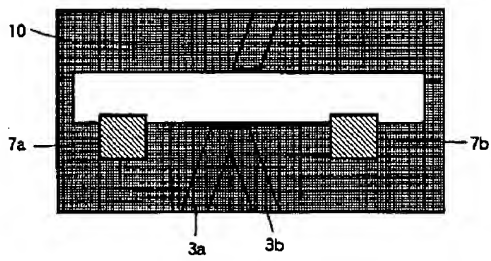
【図9】



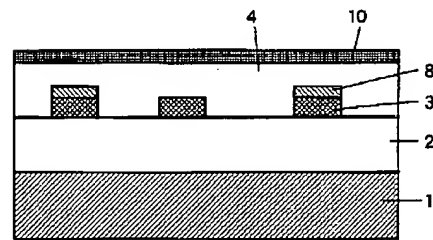
【図10】



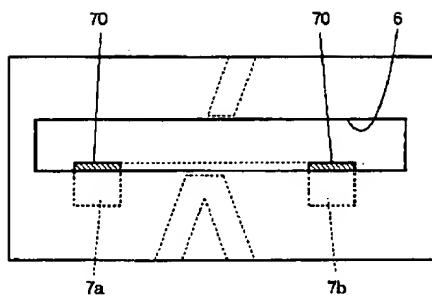
【図11】



【図12】



【図13】



【図15】

